

氏 名	張 中昊
学 位 の 種 類	博士（工学）
学 位 記 番 号	第 5886 号
学位授与年月日	平成 25 年 3 月 21 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項
学 位 論 文 名	テンション材が配置された単層屋根型円筒 2 方向格子シェルの 座屈荷重と耐力に関する研究
論文審査委員	主 査 教 授 横山 俊祐 副 査 教 授 谷池 義人 副 査 教 授 谷口 与史也 副 査 准教授 藤本 益美

論 文 内 容 の 要 旨

テンション材で補剛された単層屋根型円筒 2 方向格子シェルの対象とし、テンション材の面内配置に加えて面外への立体配置を提案し、テンション材の配置形式が座屈荷重と耐力に及ぼす効果について理論的および実験的研究を行った。

本論文は序論および結論を含めて 5 章から構成した。

第 1 章は序論であり、研究の背景、既往の研究、研究目的と論文の概要を述べた。

第 2 章では、テンション材で格子面内に補剛された単層屋根型円筒 2 方向格子シェルの対象とした。テンション材の配置形式に着目し、等分布雪荷重が作用し、周辺ピン支持の境界条件で、線形分岐座屈解析と非線形解析を行い、テンション材の配置形式が単層屋根型円筒 2 方向格子シェルの座屈と耐力に及ぼすテンション材の効果について数値解析的に検討した。テンション材の配置により、単層屋根型円筒 2 方向格子シェルの耐力が増加することを示した。線形分岐座屈解析により、束を介するテンション材で 2x2 ユニットが補剛されたタイプが、非線形解析により、1 ユニットが 4 本のテンション材で補剛されたタイプが座屈荷重と耐力の増加に及ぼすテンション材の効果は、ほかのタイプに比べて顕著であることを示した。

第 3 章では、テンション材が格子対角並びに 3 次元的に配置された単層屋根型円筒 2 方向格子シェルの対象とした。構造物のユニット数、格子部材長さ、荷重分布形、形状初期不整、テンション材の初期軸力を解析変数として、単層屋根型円筒 2 方向格子シェルの座屈と耐力に及ぼすテンション材の効果を数値解析的に検討し、格子対角並びに 3 次元的なテンション材の配置形式の有効性を論じた。テンション材の 3 次元的な配置によっては、単層屋根型円筒 2 方向格子シェルの耐力が増加することを示した。線形分岐座屈解析と非線形解析により、格子中央アーチ方向構面がテンション材で補剛されたタイプは、座屈荷重と耐力の増加に及ぼすテンション材の効果が、ほかのタイプに比べて顕著であることを示した。

第 4 章では、テンション材が面内と面外に配置された一形式について、小径木丸棒で構成された単層屋根型円筒 2 方向格子シェルの対象とし、初期軸力導入実験、集中荷重載荷実験を行った。作用荷重は中央荷重、偏心荷重の 2 種類である。初期軸力導入実験より、テンション材として使用した PC 鋼棒部材、長尺 PC 鋼棒部材の初期導入軸力量を把握した。集中荷重載荷実験より、長尺 PC 鋼棒部材の軸力は、中央載荷では、荷重とともに増加し、偏心載荷では軸力増加ばかりでなく消失することを実験的に明らかにした。さらに、離散的取扱法による解析結果は、中央載荷では実験結果の定性的評価が可能なこと、偏心載荷では荷重変位関係、座屈性状の推定に有効であることを示した。構面外に配置された長尺 PC 鋼棒部材の 2 方向格子シェルの荷重変位性状に及ぼす効果が中央荷重と偏心荷重とで異なることも明らかにした。

第 5 章では、本研究の結論をまとめた。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

「公共建築物等における木材の利用促進に関する法律」をはじめとして、木造建築への期待が高まるなか、構造的・経済的・意匠的に有用な木質大空間構造が課題となっている。そのなかで、軽量で透明感のある単層 2 方向格子シェルに注目が集まっている。本論文は、材料効率に優れている単層 2 方向格子シェルの中で、テンション材で補剛された単層屋根型円筒 2 方向格子シェルの対象とし、従

来行われているテンション材の面内配置に加えて面外への立体配置を提案し、その配置形式が座屈荷重と部材の塑性化で定まる耐力に及ぼす効果を理論的および実験的研究により明らかにしている。まず、理論的研究として、シェル面内を主に補剛する 6 種類のテンション材配置を対象としている。境界条件は周辺ピン支持、荷重は等分布雪荷重である。座屈荷重と耐力に関して、線形分岐座屈解析、非線形解析によって、テンション材の配置形式の効果を複数の指標から明らかにしている。その結果、短い束を介してテンション材で補剛する配置形式が優れていることを明らかにしている。また、テンション材が面外のみの場合と、面内と面外に配置された場合を対象とし、荷重分布形、形状初期不整、テンション材の初期導入軸力をパラメータとして、各タイプの座屈荷重と耐力評価を行っている。その結果、中央アーチ構面にテンション材と束材を車輪のスポーク状に配置する形式がほかの形式に比べて、効果の大きいことを明らかにしている。

次に、実験的研究として、テンション材が面内と面外に配置された一つの形式について、小径木丸棒で構成された単層屋根型円筒 2 方向格子シェルを対象とし、中央集中載荷、ならびに偏心載荷実験を行っている。中央集中載荷実験より、長尺 PC 鋼棒部材の軸力は、荷重とともに増加し、偏心載荷では、軸力が増加する部材ばかりでなく消失する部材が現れることを実験的に明らかにしている。さらに、数値シミュレーションによる実験結果の比較検討により、面外に配置された長尺 PC 鋼棒部材の有無が 2 方向格子シェルの荷重変位性状に及ぼす効果は、作用荷重モードによることを明らかにしている。

以上より、本論文の研究成果は単層ラチスシェル構造の発展に寄与するものである。したがって、本論文の著者は、博士(工学)の学位を受ける資格を有すると認める。